

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ОБРОБКИ СТАЛІ ШЛІФУВАННЯМ З УРАХУВАННЯМ ЗНАКОЗМІННОГО ДЕФОРМУВАННЯ

А.М. Євдокимова, доктор техн. наук.
Одеський державний аграрний університет

Показано, що генерування знакозмінних зсувних деформацій при шліфуванні сталей впливає на продуктивність знімання металу і силові параметри процесу обробки в більшому ступені, чим при односпрямованому шліфуванні. Шляхом застосування різних мастильних та охолоджувальних середовищ можна змінювати характеристики процесу шліфування для підвищення ефективності обробки зі зняттям припуску або зміцнення поверхневих шарів.

Ключові слова: шліфування, знакозмінне деформування, ефективність, процеси.

Вступ. Проведені раніше дослідження дозволили встановити, що при використанні олій, які значно відрізняються за питомою вагою, в'язкістю й іншими параметрами, що дуже важливо, за змістом вуглецю, спостерігається утворення більш зносостійких структур, ефективність яких при всіх інших рівних умовах залежить від типу рідкої олії, часу високошвидкісного тертя і знакозмінності деформацій [1]. Шляхом вибору цих параметрів, а також навантаження можна керувати зносостійкістю поверхневих шарів при високошвидкісному терті, що відкриває можливість практичного використання. Результати, отримані при високошвидкісному терті ковзання, дозволяють зробити припущення, що знакозмінність зсувних деформацій повинна відбитися і на процесі абразивного шліфування з можливою залежністю ефектів від властивостей рідкого мастильного й охолодженого середовища.

Проблема. Тому існує проблема підвищення ефективності обробки деталей сільськогосподарської техніки на основі використання передових технологій, зв'язаних із закономірностями знакозмінного деформування поверхневих шарів із застосуванням мастильних матеріалів

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Вплив мастильно-охолоджувальних середовищ на процеси шліфування досить добре висвітлено в літературі [2,3] т.к. це зв'язано з винятково важливим виробничо-технологічним процесом [4]. Однак вплив олій і інших рідких середовищ на процес шліфування з урахуванням знакозмінності зсувних деформацій взагалі не розглядався. Тому приведені результати наших досліджень вважається новим перспективним напрямком робіт.

Мета досліджень. У зв'язку з викладеним, було взято за мету на основі експериментальних результатів показати можливість керування ефективністю процесу шліфування сталі, шляхом застосування різних змащень і обліку знакозмінного деформування при обробці.

Результати досліджень. Для досягнення цієї мети була проведена велика серія досліджень по шліфуванню сталей. Була поставлена задача з'ясувати чи впливає мастильне середовище на описаний раніше ефект знакозмінності по зніманню металу при знакозмінному шліфуванні в порівнянні з однобічним. Для досліджень був обраний ряд індустріальних олій, які відрізняються фізико-механічними властивостями, але мають одну природу вуглецевих ланцюгів. При виборі олій були використані матеріали і рекомендації літературних джерел. Вибір за щільністю і кінематичною в'язкістю олій, що були використані при шліфуванні, наведені в таблиці 1. У цій же таблиці розміщені дані, що показують зміну щільності і кінематичної в'язкості олій з підвищенням температури. Крім того, дотримуючись літературних рекомендацій, у таблиці 1 приводиться відношення кінематичної в'язкості при 50⁰ С і кінематичної в'язкості при 100⁰ С. Це відношення є досить важливим для оцінки ступеня зміни кінематичної в'язкості олії з підвищенням температури. Видно, що в обраному ряді найбільшою кінематичною в'язкістю і щільністю володіє олія авіаційна МС-20.

Таблиця 1. Відношення кінематичної в'язкості при 50⁰ С і кінематичної в'язкості при 100⁰ С

Олія	I-8А	АУ	I-20А	I-30А	МС-20
Р кг /м ³ при °С					
20	858,4	876,3	878,9	887,8	893,8
50	838,2	856,7	859,2	868,7	875,5
100	804,4	824,0	826,4	837,1	845,0
γ,мм ³ /з при °С					
20	20,7	49,0	84,1	148,8	150,7
50	7,6	12,1	18,1	31,2	110,5
100	2,4	3,6	4,7	6,7	20,7
Р ₂₀ /Р ₁₀₀	1,07	1,06	1,07	1,06	1,06
γ ₅₀ /γ ₁₀₀	2,9	3,4	3,9	6*	7,3

Експерименти проводили на відпалених зразках зі сталі 45 при постійному навантаженні Р_у і часу шліфування 15 с. Такий час іспитів обраний з розрахунком незначного затуплення шліфувальних кіл після вихідного виправлення. Отримані дані за інтенсивністю знімання металу і

коефіцієнтові шліфування наведені на рис. 1.

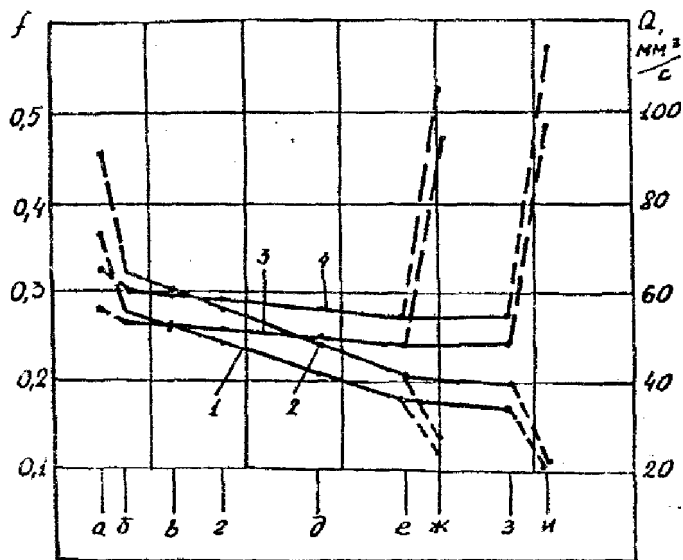


Рис. 1. Вплив знакозмітності шліфування і змащення на знімання металу і коефіцієнт шліфування. Сталь 45 відпалена; $P_y = 50\text{Н}$; 35 м/с; 15 с; Коло 24A25CM6K.

Криві: 1,2 - коеф. шліфування; 3,4 знімання металу;
 1,3 - односпрямоване шліфування; 2,4 - знакозмітне ;
 Умови: а - сухе; б - VI-4; у - I-8А; м - веретенне АУ;
 д - I-20; е - I-30А; ж- I-30А + 2% ПАР (ол. к-та);
 з - МС-20; і - МС-20 + 2%ПАР (ол. к-та).

У нижній частині малюнка літерами позначений тип олії, а під індексом "а" наводяться дані, що відповідають шліфуванню без змащення. Криві 1-2 відносяться до значень коефіцієнта шліфування, а 3-4 до інтенсивності знімання металу. При цьому непарні числа відносяться до однобічного шліфування, а парні до реверсивного. По кривих 1,2 видно, що перехід від шліфування без змащення до шліфування зі змащенням різко зменшує коефіцієнт шліфування. Цьому зменшенню відповідає зниження знімання металу - криві 3,4. Застосування олій з більш високою кінематичною в'язкістю і з більшою її величиною при 100^0С приводить до зменшення коефіцієнта шліфування й інтенсивності знімання металу. Це зменшення, що видно по ходу кривих 1,2 і 3,4, носить лінійний характер. Прямі 1-4 мають явно виражений перелом на олії I-30, після якого коефіцієнт шліфування й інтенсивність знімання металу стають ледь залежними від в'язкості олії.

Такий характер прямих нагадує результати за впливом молекулярної ваги вуглеводів на коефіцієнт тертя [5,6]. Цікаво, що криві, які відповідають однобічному і реверсивному шліфуванню, практично рівнобіжні, хоча є тенденція до зменшення розходження ефекту для олій з більшою кінематичною в'язкістю і щільністю.

Додавання до олії поверхнево - активної і хімічно активної добавки у виді 2% олеїнової кислоти різко змінює величину знімання металу і коефіцієнта шліфування. Це видно для олій I-30 і МС-20 по пунктирних лініях. У випадку знакозмінного шліфування спостерігається більш високе значення величин у зніманні металу і коефіцієнті шліфування, ніж при однобічному шліфуванні. Ця обставина в деякому плані виявилася несподіваною, тому що передбачалося, що присутність поверхнево-активних речовин у змащенні при знакозмінному деформуванні повинно нівелювати ефект реверса. На це питання була звернена увага в наступних дослідженнях, у яких розвиток процесу шліфування з використанням різних олій, включаючи ПАВ, розглядається в часі при інших постійних умовах. Проте, з даних на мал. 1 можна зробити висновок, що додавання поверхнево-активних присадок або речовин в олію істотно змінює характер кривих. Однак через малий відсоток добавки в'язкість і щільність олій, судячи з літературних джерел, практично не змінюється [7].

Якщо проаналізувати відомі дані по теплоємності і теплопровідності олій, то можна зробити висновок, що для обраних нами олій теплоємність з підвищенням температури зростає, а теплопровідність зменшується. Однак, наведені в таблиці 1 олії не дають однозначної картини зміни теплопровідності або теплоємності, що особливо має місце для олій веретенне АУ, I-20А и I-30А. Тому малоімовірно, що наведена на рис. 1 закономірність пояснюється зміною теплоємності і теплопровідності олій. Це, зокрема, може бути підтверджено і значеннями теплоємності і теплопровідності води, що значно вище, ніж у розглянутих олій. Дані експериментів з використанням води будуть наведені нижче. В'язкість олій, що відіграє велику роль у вузлах тертя ковзання, у цих дослідженнях, імовірно, не має великого значення, як при терті при звичайних швидкостях.

Важливим показником олій є їхня температура спалаху, величина якої для олій I-8А складає 130°C , а для олій I-20А - 180°C и ще вище для авіаційної МС-20. При твердих режимах шліфування нами не спостерігалось загоряння пар олій, хоча відбувалося його димлення. Звичайно теплові спалахи при контакті зерна з матеріалом досягає значно більших значень температур.

Однак, олія при цьому не займається і швидко несеться обертовим колом із зони контакту з високою температурою, нагріваючись, але без загоряння. Вважаємо, що в наших дослідженнях мало велике значення все-таки розходження олій за їхньою щільністю, а значить за змістом вуглеводів в одиниці ваги, що мало визначене значення для прискореної дифузії вуглецю в поверхневій шарі зразка в зоні контакту, особливо в момент температурних спалахів і охолодження з утворенням білих шарів.

Відзначимо, що середовище, яке утримує вуглець, у вигляді вуглекислого газу, що вводиться в зону обробки, коли про в'язкість, щільність і інші фізичні величини, що характеризують олію крім складу газу, говорити не приходиться, усе-таки мала місце зміна процесів шліфування з утворенням білих шарів. Цілком очевидно, що на зміну знімання металу

і коефіцієнта шліфування впливає весь комплекс властивостей використаний номенклатурою олій, а не тільки щільність. Це, зокрема, підтверджується наведеними на мал. 1 даними за впливом добавки ПАР на зміну досліджуваних величин. Додавання навіть незначної кількості поверхнево-активної речовини, що виявляє також визначений хімізм впливу на металеві поверхні з утворенням залізних мил, може служити серйозним аргументом на користь висловленого зауваження. Однак для наших досліджень важливий факт установлення впливу різних олій на процес шліфування і наявності ефекту від знакозміності зсувних деформацій.

Крім олій, які є базовою основою для виготовлення технологічних середовищ, застосованих не тільки для шліфування, але і для інших операцій механічної обробки, у дослідженнях використовувалися й інші середовища вода і вода з додаванням NaCl. На рис. 2 представлені дані, що показують вплив різних середовищ на знімання металу при шліфуванні відпалених зразків зі сталі 45 при постійному навантаженні в умовах односпрямованого і знакозміного деформування поверхневих шарів. Для порівняння на цьому рисунку наведені криві 1,2 відповідно для односпрямованого і знакозміного шліфування зразків на повітрі. Застосування дистильованої води не змінює початкове знімання металу, що видно по кривих 3,4 і 1,2, які практично виходять з одних точок отриманих для 10-15 с шліфування. Надалі має місце розходження, що приводить до підвищеного знімання металу зі збільшенням часу обробки. Це пояснюється деяким підвищенням стійкості абразивних кіл у результаті впливу води на температурний і силовий процес шліфування. Зменшення сили P_z у випадку використання води видно по кривих 3,4 на рис. 3. Помітимо, що збільшення часу шліфування більше 60с з використанням води приводить до поступового нівелювання розходжень однобічного і реверсивного шліфування.

Якщо ж у якості мастильно-охолоджувальної рідини використовувати розчин солі у воді, то це приводить до помітного збільшення знімання металу, що видно по розташуванню кривих 5,6 на рис. 2.

Тут слід зазначити, що початкові області кривих 5 і 6 відрізняються більш істотно, ніж такі ж області кривих 1,2 і 3,4. Реверсивне тертя (крива 6), сприяє більш вищій і кращій стабілізації в часі зніманню металу, ніж однобічне (крива 5). Однак обидві криві, мають перегин у межах 70-90 зі шліфування. Така закономірність швидше за все з'ясовна активним впливом розчину солі у воді, що інтенсифікується в більшому ступені при реверсивному протіканні зсувних деформацій, ніж при однобічному.

До речі, це підтверджується і розходженням у величинах сил різання, коли ефект від наявності водного розчину повареної солі і знакозміності зсувних деформацій виявляється в значно більшому ступені в інтервалах до 90 с тертя, після чого починає знижуватися.

При використанні як мастильне середовище індустріальної олії I-8A з 2% добавкою олеїнової кислоти відбулося збільшення знімання металу

як при однобічному, так і при знакозмінному шліфуванні, що відбито кривими 9-10 на рис. 2 при істотному зменшенні сили різання (криві 9-10 на рис. 3).

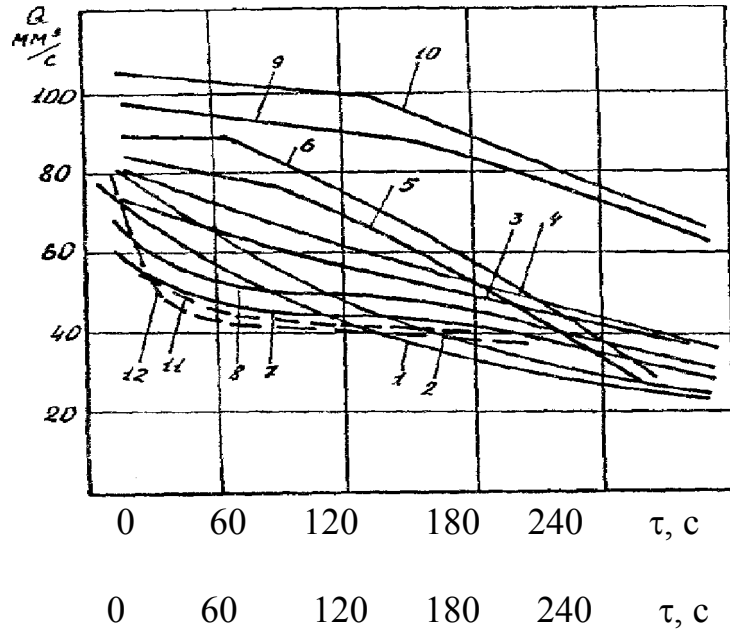


Рис. 2. Вплив знакозмінності шліфування і рідкого середовища на знімання металу.

Сталь 45, відпалена; 35 м/с; Коло 24A25CM6K;

Криві: 1-10 при 50Н; 11,12 - при 75Н.

1,2 - повітря; 3,4 - дистил. вода; 5,6 - вода + 5%NaCl;
 7,8 - I-8A; 9,10 - I-8A + 2%ПАР; 11,12 - I-8A;
 1,3,5,7,9 - односпрямоване шліфування;
 2,4,6,10,12 - знакозмінне шліфування.

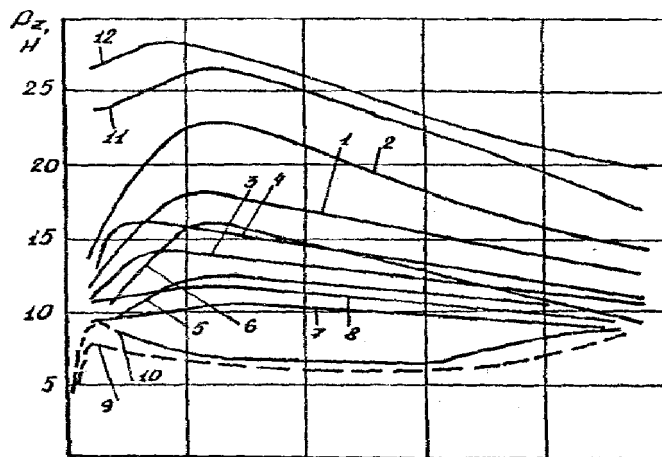


Рис. 3. Вплив знакозмінності шліфування і рідкого середовища на силу P_z .

Сталь 45; 35 м/с.

(Криві 1-12 мають позначення аналогічні рис.2).

Високе знімання металу при використанні ПАВ спостерігається у всьому вивченому тимчасовому діапазоні, однак він більш помітно зменшується, починаючи з 120-160 с безперервного шліфування. Після цього зменшується і різниця в зніманні між знакозмінним і односпрямованим шліфуванням. Цей період зниження продуктивності супроводжується збільшенням сил P_z , при чому при знакозмінному шліфуванні цей процес спостерігається раніш, ніж при односпрямованому. У діапазоні 60-180 с розходження у величинах сил різання при односпрямованому і знакозмінному шліфуванні не істотні, що відбито кривими 9-10 на рис. 3. Приведені на рис. 2 і 3 дані відбивають процес шліфування, при якому скільки-небудь помітні білі шари не виникають. Для їхнього утворення необхідно підвищити нормальне навантаження. Дійсно, при збільшенні нормального навантаження в 1,5 рази в поверхневих шарах відпаленої сталі 45 з'явилися білі шари. Це відразу ж відбилося на величині сили різання P_z , що істотно зросла (криві 11,12) у порівнянні з приведеними на мал. 3 (кривими 7,8) змащення І-8А. Утворення білих шарів привело до зменшення, незважаючи на збільшену силу P_z , інтенсивності знімання металу, що для реверсивного тертя виявилася менше, ніж при шліфуванні в присутності змащень (криві 11,12) на мал. 2, показані пунктиром. Тут важливо відзначити, що в розташуванні кривих 11, 12 намітилася тенденція до інверсії в порівнянні з кривими 7,8, що відбивають процес шліфування з використанням олії, але при меншому нормальному навантаженні. Ці дані, при яких знімання металу при реверсивному терті виявляється менше, ніж при однобічному погодяться з отриманими раніше результатами по високошвидкісному тертю і відносини величин, що стосуються, зносу зразків при реверсивному терті до однобічного в умовах розвитку в процесі тертя вторинних структур у виді білих шарів [1].

У продовженні експериментів по шліфуванню були проведені дослідження а відпалених зразках зі сталі 30, що, як відомо, не приймає об'ємне загартування, але здатна утворити білі шари при визначених режимах високошвидкісного тертя. Однак ця сталь здатна в більшому ступені до механічного зміцнення, чим сталь 45.

При цьому встановлений немаловажний той факт, що середовище, яке утримує вуглець, яким є олії, сприяє утворенню білих шарів, навіть, на мало і середньовуглецевих сталях. Показано, що за своїм характером ці дані принципово не відрізняються від результатів, приведених для сталі 45 на рис. 2 і 3. Звичайно маються розходження у величинах знімання металу, сили різання, у співвідношенні цих величин відповідно для однобічного і реверсивного шліфування. Також спостерігається аналогія і по кривих 11,12 для сталі 45 на мал. 2 і 3 відповідно для сталі 30. Відзначимо, що для одержання білих шарів у поверхневих шарах зразків зі сталі 30 у присутності олії треба було збільшити навантаження. Крім того, при обраних умовах іспитів процес утворення суцільного білого шару для сталі 30 має визначену розтягнутість у часі, у порівнянні зі сталлю 45. Тут варто підкреслити, що процес виникнення білих шарів характеризується

імпульсним впливом деформацій, температур і середовища і протікає в часі, порівняним з актом силового контакту з урахуванням часу виходу деформованого обсягу з зони впливу. Однак для одержання суцільного білого шару необхідної глибини необхідне підсумовування результатів одиничних імпульсів, що носить більш затяжний часовий характер. Тому в наших дослідженнях час утворення при шліфуванні суцільного білого шару знаходилося в межах 10-30 секунд.

Висновки: Знакозмінність зсувних деформацій при шліфуванні впливає на знімання металу і силові параметри процесу. Шляхом використання різних мастильних і охолодних середовищ можна керувати продуктивністю шліфування і кінетикою утворення вторинних структур. Особливості деформування поверхневих шарів можна використовувати не тільки для більш продуктивного зняття припуску, але і при зміцненні робочих поверхонь деталей машин.

ЛІТЕРАТУРА

1. Евдокимова А.Н. Знакоперменное высокоскоростное трение и его технологические возможности. - Киев-Одесса: УМАОИ, Консалтинг.-1997.-210 с.
2. Костецкий Б.И. Трение, смазка и износ в машинах.-К.:Техніка, 1970.-396 с.
3. Якимов А.В. Прерывистое шлифование.-Киев-Одесса : Вища школа, 1986.- 175 с.
4. Бердичевский Е.Г. Смазочно-охлаждающие технологические средства для обработки материалов: Справочник.-М.:Машиностроение, 1984.- 224 с.
5. Ахматов А.С. Молекулярная физика граничного трения.- М. : гос. издат. Ф.М. лит., 1963.- 472 с.
6. Розенберг Ю.А. Влияние смазочных масел на долговечность и надежность деталей машин.- М. : Машиностроение, 1970.- 312 с.
7. Чередниченко Г.И., Фройштетер Г.Б., Ступак П.М. Физико-химические и теплофизические свойства смазочных материалов.-Л.:Химия,1986.-224 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ СТАЛИ ШЛИФОВАНИЕМ С УЧЕТОМ ЗНАКОПЕРЕМЕННОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ

А.М. Євдокимова

Ключевые слова: Шлифование, знакопеременное деформирование, эффективность, процессы.

Резюме

Показано, что генерирование знакопеременных сдвиговых деформаций при шлифовании сталей отражается на производительности съема металла и силовых параметрах процесса обработки в большей степени, чем при однонаправленном шлифовании. Путем применения различных смазывающих и охлаждающих сред можно изменять характеристики процесса шлифования для повышения эффективности обработки со снятием припуска или упрочнения поверхностных слоев.

**INCREASE EFFICIENCY PROCESS PROCESSING BECAME
GRINDING SIGN-VARIABLE DEFORMATION**

A.N. Evdokimova

Key words: Grinding, sign-variable deformation, effective, process.

Summary

It is shown, that generating of sign-variable shift deformations at grinding steel is reflected in productivity survey metal and power(force) parameters of process of processing in the greater degree, than at the unidirectional grinding. By application of various greasing and cooling environments it is possible to change characteristics of process of grinding for increase of efficiency of processing with removal of an allowance or hardening of superficial layers.